**Review Article**

요추 추간판 탈출증 환자의 수술적 치료 : 리뷰 논문

김다현, 김영문, 김인겸, 이동렬, 이준원, 임창진, 정상훈

**서론**

요추 추간판 탈출증 (lumbar herniated intervertebral disc)의 치료는 다양한 종류가 있으며, 그효과에 대한 논쟁이 진행중이다 [[1](#_ENREF_1)]. 우선적으로 시행되는 것은 보존적 치료이다. 요추 추간판 탈출증 환자 중 절반 이상이 보존적 치료에 반응한다 [[2](#_ENREF_2), [3](#_ENREF_3)]. 추간판 절제술 (lumbar discectomy)의 적응증은 그 술기의 종류에 상관없이 최소 6주 이상의 보존적 치료에 반응이 없는 환자 혹은, 이르거나 진행성의 신경학적 증상을 보이는 환자일 경우이다 [[2](#_ENREF_2), [4](#_ENREF_4)]. 추간판 절제술은 관혈적 추간판 제거술 (open discectomy, OD)과 내시경적 추간판 제거술 (endoscopic discectomy, ED)로 크게 두 종류로 나뉜다 [[5](#_ENREF_5)]. 현재 관혈적 추간판 제거술이 수술적 추간판 절제술의 표준으로 자리 잡고 있으며 [[6](#_ENREF_6)], 가장 널리 쓰이는 수술적 감압술이지만 내시경적 추간판 제거술도 빠르게 인기를 얻고 있다 [[5](#_ENREF_5)].

요추 추간판 탈출증을 가지고 있는 환자의 진단과 그 치료는 국가간, 국가 내에서도 상당한 차이가 있다 [[7](#_ENREF_7)]. 예를 들어 추간판 절제술의 경우, 그 수술 비율이 국가간에서 큰 차이를 보이며, 최근의 연구에서는 국가 내에서도 큰 차이가 있음을 보여주었다 [[7](#_ENREF_7)]. 이러한 결과는 진단 및 치료효과 판단의 근거 부족, 명확한 임상적 가이드라인의 부재로 인해 생길 수 있는 부분이며, 현재 현장에서 이루어지고 있는 건강 관리 및 보험 시스템 간의 차이들을 반영하기도 한다 [[8](#_ENREF_8)]. 요추 추간판 탈출증의 치료가 이처럼 서로 다른 것은 현재까지는 관혈적 추간판 제거술과 내시경적 추간판 제거술을 비교한 연구결과는 많으나, 명확한 임상적 근거를 내리기엔 부족하기 때문이다 [[1](#_ENREF_1), [9](#_ENREF_9)].

이러한 이유로 우리는 대표적인 추간판 절제술인 관혈적 추간판 제거술과 내시경적 추간판 제거술을 술기에 대한 조사, 수술 기법상의 비교, 임상적 결과에 대한 비교, 술기를 결정하는 선택 기준에 대한 조사를 통해 비교해보고자 한다.

**관혈적 추간판 제거술과 내시경적 추간판 제거술**

William Mixter 와 Joseph Barr는 1934년에 최초로 외상성, 퇴행성 디스크 탈출과 요통, 하지 방사통과의 연관성에 대해 설명했고 요추 추간판 제거술에 대한 자세한 내용을 발표했다 [[10](#_ENREF_10)]. 그들의 수술법은 수 십년에 걸쳐 수정되었고 1977년과 1978년에 Yasargil [[11](#_ENREF_11)], Caspar [[12](#_ENREF_12)], Williams [[13](#_ENREF_13)] 가 추간판 제거술시 디스크 탈출 부분에 해당하는 등쪽 절개 후 수술용 현미경을 이용한 미세 수술법 (microsurgical techniques)에 대해 기술하였다. 그 후 이 관혈적 수술법들에 대한 약간의 수정은 있었으나, 이 수술법들에서 별로 큰 변화는 없었다.

내시경적 추간판 제거술의 도입은 비교적 최근에 이루어졌다. Schreiber 와 Suezawa [[14](#_ENREF_14)] 와 Mayer 와 Brock [[15](#_ENREF_15)] 가 기반을 만들었고 그것을 토대로 Foley 와 Smith [[16](#_ENREF_16)] 는 1997년에 미세내시경 추간판 제거술 (microendoscopic discectomy system, MED) 을 소개했다. MED 는 수술용 현미경을 사용하지 않고 보다 더 작은 절개 후 미세 내시경을 삽입해서 증상성 신경근 감압을 하는 최소 침습적 수술적 접근이다. OD에서는 가지곁근 (paraspinous muscles)을 가시 돌기 (spinous processes)와 판 (lamina)에서 떼어내서 바깥쪽으로 당겨야 한다. 하지만 MED에서는 가지곁근 (paraspinous muscle)을 가시 돌기 (spinous processes)에서 떼지 않는다. 대신 접근에 필요한 수술 기구들 모두가 가지곁근 (paraspinous muscles) 섬유들 사이로 접근한다. 이 술기의 ‘‘근육을 가르는 (muscle splitting)’’ 접근은 근육에 더 적은 손상을 주고 수술 후 기간 동안 절개로 인한 통증을 더 적게 유발하는 것으로 생각된다 [[17](#_ENREF_17)]. 그 후 1999년에 METRx (Medtronic Sofamor Danek, Inc., Memphis, TN)라 불리는 2세대 MED system이 만들어졌다 [[18](#_ENREF_18)]. 경피적 접근과 달리 METRx system에서는 탈출된 수핵물질을 알 수 있을 뿐만 아니라 분리된 디스크 조각과 외측 함요 협착증 (lateral recess stenosis)도 알 수 있다. 미세 내시경을 쓰는 방법은 아직 널리 선택되지는 않지만, 절개부위가 작아 수술 직후 통증이 적고 사회복귀가 빠르다는 장점이 있으며, 수술 결과가 관혈적 추간판 제거술에 비견할 만하다는 최근의 보고들에 따라 점점 더 관심 받고 있다 [[17](#_ENREF_17)].

두 수술을 비교한 논문들을 살펴보면 대상 환자의 특성을 볼 수 있고 (Table 1, 2), 각각의 수술로 인한 재원일수, 실혈량, 사회 복귀시간, 수술 시간, 진통제 사용량, 합병증 발생자 수, 재발 환자 수, 절개 길이 등의 수술 주위 여러 수치들을 비교하여 볼 수 있으며 (Table 3), 수술 전 후의 통증 정도를 각종 척도를 이용하여 비교하여 볼 수 있다 (Table 4).

**각 연구 별 대상자 선정 기준**

**Table 1. Inclusion and exclusion criteria of each study**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Study** | **Inclusion criteria** | **Exclusion criteria** |
| Wu X 등 [[18](#_ENREF_18" \o "Wu, 2006 #55)]  Retrospective study | 1) clear clinical signs for nerve root irritation, with/without low back pain  2) neurogenic claudication as defined by herniated disc limiting ambulation and/or standing tolerance  3) a history of exercise intolerance  4) a 6-week minimum of unsuccessful conservative  Treatment  5) initially acute attacking with severe symptom and prolapsed disc, supported by magnetic resonance imaging and computed tomography. | 1) disc protrusion without radiculopathy, chronic discogenic pain  2) pyogenic discitis or other infections  3) disc herniation associated with spondylolisthesis  4) widely lumbar stenosis |
| Jin KM 등 [[19](#_ENREF_19" \o "Jin, 2007 #59)]  Retrospective study | 1) clinical evidence of disk herniation at 1 disk level  from L1 to S1  2) 3 to 6 weeks of conservative treatment  that failed to improve major motor weakness, intractable leg pain, and functional impairments.  3) all patients included in this study had intractable radicular symptoms such as sciatica, a positive straight-leg raising test, and sensory and/or motor disturbances  4) unilateral intracanal and foraminal soft herniations of 1 level | The cases with recurrent herniation far lateral herniation and those with incomplete fragment removal after previous surgical intervention at the index level, spinal stenosis, and  segmental instability including spondylolisthesis were excluded  from the study group. |
| Orlando R 등 [[20](#_ENREF_20" \o "Orlando, 2007 #15)]  prospective controlled randomized study | 1) the presence of a posterolateral herniated lumbar  disc observed on magnetic resonance imaging scans  2) the persistence of sciatica after 4 to 8 weeks of conservative treatment with rest, analgesia, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, and physical therapy. | 1) age older than 60 years  2) previous surgery, associated lumbar spine stenosis, foraminal or extraforaminal disc herniations, spondylolisthesis, and workers’ compensation payments |
| Sebastian R 등 [[21](#_ENREF_21" \o "Sebastian, 2008  #58)]  prospective controlled randomized study | 1) applied the following inclusion criteria for the TF access if the herniated disc was within the spinal canal:  (1) sequestering of material located cranially below the lower edge of the cranial pedicle or caudally not over the middle of the caudal pedicle  (2) lateral radiologic evidence that the foramen was not overlaid by the pelvis beyond the middle of the cranial pedicle.  2) The inclusion criteria for IntraLaminal access were disc herniations located mainly inside the spinal canal, which in our experience were technically difficult to treat using the TF technique given  the aforementioned criteria. | Not specified |
| Kotryna V 등 [[22](#_ENREF_22" \o "Kotryna, 2010  #11)]  Prospective observational cohort study | (1)chronic pain, occurring daily, for at least 3 months, and at least 20 h a day, refractory to 6 weeks of conservative treatment  (2) chief complaint of pain and/or numbness in  the lumbar spine, buttock, and/or lower extremity  (3) age(>21 years and <76 years)  (4) duration of current episode <16 days (judged from the patient’s self-report)  (5)symptoms extending distal to the knee (judged from the pain diagram)  (6) stiffness in the lumbar spine (judged from segmental mobility testing)  (7) signs consistent with nerve root compression, including any one of the following:  (a) reproduction of low back or leg pain with straight leg raise <45°; (b) muscle weakness involving a major muscle group of the lower extremity; (c) diminished lower extremity muscle stretch reflex (quadriceps and Achilles tendon); (d) diminished or absence of sensation to pinprick in any lower extremity dermatome  (8) MRI or CT demonstrating  anatomical unilateral LDH correlating with the  patient’s symptoms. | Not specified |

**각 연구 별 환자 특성**

**Table 2. Clinical Characteristics of the Patients**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Wu X 등 [[18](#_ENREF_18" \o "Wu, 2006 #55)] |  | OD | MED | *P* |
| No. of cases | 358 | 873 |  |
| Sex (M/F) | 230/128 | 535/338 | NS |
| Mean age (yr) | 43.8 | 41.5 | NS |
| Length of symptoms (mo) | 4.8 | 5.3 | NS |
| Disc level |  |  | NS |
| L3–L4 | 8 | 15 |  |
| L4–L5 | 162 | 417 |  |
| L5–S1 | 215 | 498 |  |
| Location of herniation |  |  | NS |
| Central | 73 | 162 |  |
| Paramedian | 281 | 710 |  |
| Far lateral | 31 | 58 |  |
| Mean follow-up (mo) | 31 | 28 | NS |
| Complete follow-up | 350(98%) | 821(94%) |  |
| Jin KM 등 [[19](#_ENREF_19" \o "Jin, 2007 #59)] |  | **OD** | **MED** |  |
| No. of cases | 614 | 301 |  |
| Sex (M : F) | 392 : 215 | 188 : 107 |  |  |
| Age (y) | 44.4 (17-80) | 34.9 (13-83) |  |
| Level of surgery (%) |  |  |  |
| L1-2 | 4 (0.7) | 3 (1.0) |  |
| L2-3 | 17 (2.2) | 3 (1.0) |  |
| L3-4 | 32 (5.4) | 17 (5.8) |  |
| L4-5 | 325 (57.2) | 191 (64.7) |  |
| L5-S1 | 229 (34.4) | 81 (27.5) |  |
| Complete follow-up (n) | 607 | 295 |  |
| Orlando R 등 [[20](#_ENREF_20" \o "Orlando, 2007 #15)] |  | **OD** | **MED** | **P** |
| No. of cases | **19** | **21** |  |
| Age (yr) | 46.0 ± 12.4 | 42.0 ± 10.7 | 0.28 |
| Sex, no. (%) |  |  | 0.31 |
| Male | 13 (68.4) | 10 (47.6) |  |
| Female | 6 (31.6) | 11 (52.4) |  |
| Duration of symptoms (d) | 60 (30–210) | 60 (30–180) | 0.71 |
| Sebastian R 등 [[21](#_ENREF_21" \o "Sebastian, 2008  #58)] |  | **OD** | **MED** |  |
| No. of cases | 100 | 100 |  |
| Sex (M : F) | 84 : 116 | |  |
| Age (yr) | 20~68 (mean 43) | |  |
| Duration of pain | 1 day ~ 16months (mean, 82 days) | |  |
| Level of surgery (n) |  |  |  |
| L1-2 | 0 | 2 |  |
| L2-3 | 5 | 7 |  |
| L3-4 | 25 | 19 |  |
| L4-5 | 31 | 33 |  |
| L5-S1 | 39 | 38 |  |
| Complete follow-up(n) | 87 | 91 |  |
| Kotryna V 등 [[22](#_ENREF_22" \o "Kotryna, 2010  #11)] |  | **OD** | **MED** |  |
| No. of cases | 50 | 50 |  |
| Sex (M : F) | 53 : 47 | |  |
| Age (yr) | 43 ± 1 ( 21 ~ 76) | |  |
| Level of surgery (%) |  | |  |
| L2-3 | 2.4 | |  |
| L3-4 | 3.4 | |  |
| L4-5 | 44.8 | |
| L5-S1 | 49.4 | |
| Duration (months) |  | |
| Low back pain | 83 ± 11 (0.25 ~ 360) | |
| Leg pain | 7 ± 1 (0.25 ~ 84) | |



NS, not significant

**수술 주위 여러 수치들의 비교**

**Table 3. Comparisons of Perioperative Parameters Between OD and MED groups**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Wu X 등 [[18](#_ENREF_18" \o "Wu, 2006 #55)] |  | OD  (N = 358) | MED  (N =873) | *P* |
| Hospital stay (days) | 7.3 | 4.8 | <0.05 |
| Blood loss (mL) | 135 | 44 | <0.001 |
| Mean time to return  to work (days) | 21 | 15 | <0.05 |
| Operative time (min) | 66 | 56 | >0.1 |
| The use of analgesic | 157 | 132 | <0.005 |
| Complications | 35 | 19 | >0.05 |
| Jin KM 등 [[19](#_ENREF_19" \o "Jin, 2007 #59)] |  | **OD**  **(N = 607)** | **MED**  **(N = 295)** | **P** |
| Operation time (min) | 64.6 ± 28.7 | 53.0 ± 13.0 | <.001 |
| No. of surgical complication (%) | 10 (1.98) | 9 (3.05) | NS |  |
| No. of reop (%) | 38 (6.3) | 28 (9.5) | NS |
| Orlando R 등 [[20](#_ENREF_20" \o "Orlando, 2007 #15)] |  | **OD**  **(N = 19)** | **MED**  **(N = 21)** | **P** |
| Length of hospital stay (h) | 26 (16–72) | 24 (11–72) | 0.05 |
| Surgical time (min) | 63.7 ± 15.5 | 82.6 ± 21.9 | <0.01 |
| Blood loss (mL) | 40 (11–450) | 50 (10–700) | 0.98 |
| Size of incision (cm) | 2.6 ± 0.4 | 2.1 ± 0.2 | <0.01 |
|  |  |  |  |
| Sebastian R 등 [[21](#_ENREF_21" \o "Sebastian, 2008  #58)] |  | **OD**  **(N = 87)** | **MED**  **(N = 91)** | **P** |
| Mean operating time (min) | 43 | 22 | <0.001 |
| Blood loss (mL) | 45 | No measurable |  |
| Access-related osseous resection (case) | 91 | 13 |  |
| Recurrence | 5 | 6 |  |
| Mild complication | 12 | 3 | <0.05 |
| Kotryna V 등 [[22](#_ENREF_22" \o "Kotryna, 2010  #11)] |  | **OD**  **(N = 50)** | **MED**  **(N = 50)** |  |
| Return-to-work status | 64% | 60% |  |
| Consumption of analgesics | 57% | 43% |  |
| Failed back surgery syndrome (FBSS) along with reherniation | 9% | 0% |  |



VAS, Visual Analogue Scale; ODI, Oswestry Low-Back Pain Disability Questionnaire; PCH, physical health component; MCH, mental health component; NASS, German version of the North American Spine Society instrument; NS, not significant.

**수술 전 후 증상 정도의 비교**

**Table 4. Preoperative and Follow-up Assessment**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wu X 등  [[18](#_ENREF_18" \o "Wu, 2006 #55)] |  | OD  (N = 358) | | | | | |  | MED  (N =873) | | |
|  | Preoperative | | | Postoperative | | *P* |  | Preoperative | Postoperative | *P* |
| VAS | 72 | | | 26 | | <0.005 |  | 78 | 23 | <0.005 |
| ODI (%) | 52 | | | 21 | | <0.005 |  | 48 | 23 | <0.005 |
| Jin KM 등 [[19](#_ENREF_19" \o "Jin, 2007 #59)] |  |  | | | **OD**  **(N = 607)** | | |  | **MED**  **(N = 295)** | | **P** |
| MacNab criteria | | | Excellent (cases) | | 290 | |  | 140 | |  |
| Good | | 226 | |  | 110 | |  |
| Fair | | 51 | |  | 29 | |  |
| Poor | | 40 | |  | 16 | |  |
| Success rate | | |  | | 84.7 | |  | 85.0 | | NS |
| No. of poor outcome (%) | | |  | | 45 (15.3) | |  | 91 (15.0) | | NS |
| Orlando R 등 [[20](#_ENREF_20" \o "Orlando, 2007 #15)] |  | **OD**  **(N = 19)** | | | | | |  | **MED**  **(N = 21)** | | |
|  | | Preoperative | | Postoperative (24 mo) | | |  | Preoperative | Postoperative(24 mo) | |
| VAS | 9 (7–10) | | | 0 (0–6) | | |  | 7.9 (6–10) | 1 (0–3) | |
| ODI | 50 (22–96) | | | 10 (0–30) | | |  | 54 (28–100) | 10 (0–22) | |
| Sebastian R 등 [[21](#_ENREF_21" \o "Sebastian, 2008  #58)] |  |  | | | **OD**  **(N = 87)** | | |  | **MED**  **(N = 91)** | |  |
| 2년 후 통증 없음 | | | | 79 | | |  | 85 | |  |
| NASS | Preoperative | | | 4.2 | | |  | 4.6 | |  |
| Postoperative | | | 2.3 | | |  | 2.1 | |  |
| Kotryna V 등 [[22](#_ENREF_22" \o "Kotryna, 2010  #11)] | 호전 비율 |  | | | **OD**  **(N = 50)** | | |  | **MED**  **(N = 50)** | | |
| SF-36 | PHC | | | 50% | | |  | 53% | | |
| MHC | | | 28.4% | | |  | 30.2% | | |
| ODI |  | | | 62% | | |  | 65% | | |
|  | VAS | 허리 | | | 50.2% | | |  | 60.9% | | |
|  | 하지 | | | 68.8% | | |  | 74% | | |

VAS, Visual Analogue Scale; ODI, Oswestry Low-Back Pain Disability Questionnaire; PCH, physical health component; MCH, mental health component; NASS, German version of the North American Spine Society instrument; NS, not significant.

**술기의 선택기준**

척추 수술에 있어 수술 실패의 주요 원인은 부적합한 환자 선택 때문이다 [[23](#_ENREF_23), [24](#_ENREF_24)]. 하지만 현재까지는 적합한 수술 대상에 해당하는 구체적인 적응증에 대한 널리 받아들여지는 합의가 없는 상태다 [[25](#_ENREF_25), [26](#_ENREF_26)].

**결론**

관혈적 추간판 절제술과 내시경적 추간판 절제술의 임상적 결과에 유의한 차이가 없고, 술기의 선택에 있어서도 널리 받아 들여지는 합의가 도출되지 않은 상태이다. 그러나 비교 집단의 크기가 작은 경우가 많아 도출된 결과가 옳은 것인지 불확실하고, 두 수술의 장단점에 대해서도 대강의 판단이 있을 뿐 확립된 사실이 없어 과학적인 근거를 바탕으로 한 비교가 있어야 한다. 그러므로 두 술기간의 체계적인 비교가 필요하다.

**References**

1. Weber, H., *Lumbar disc herniation. A controlled, prospective study with ten years of observation.* Spine (Phila Pa 1976), 1983. **8**(2): p. 131-40.

2. NACHEMSON, A., *The lumbar spine an orthopaedic challenge.* Spine, 1976. **1**(1): p. 59.

3. Rothoerl, R., C. Woertgen, and A. Brawanski, *When should conservative treatment for lumbar disc herniation be ceased and surgery considered?* Neurosurgical review, 2002. **25**(3): p. 162-165.

4. Maroon, J.C., *Current concepts in minimally invasive discectomy.* Neurosurgery, 2002. **51**(5 Suppl): p. S137-45.

5. Nellensteijn, J., et al., *Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature.* European Spine Journal, 2010. **19**(2): p. 181-204.

6. Righesso, O., A. Falavigna, and O. Avanzi, *Comparison of open discectomy with microendoscopic discectomy in lumbar disc herniations: results of a randomized controlled trial.* Neurosurgery, 2007. **61**(3): p. 545-9; discussion 549.

7. Weinstein, J., et al., *United States trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992–2003.* Spine, 2006. **31**(23): p. 2707.

8. Koes, B., M. Van Tulder, and W. Peul, *Diagnosis and treatment of sciatica.* BMJ: British Medical Journal, 2007. **334**(7607): p. 1313.

9. Schizas, C., E. Tsiridis, and J. Saksena, *Microendoscopic discectomy compared with standard microsurgical discectomy for treatment of uncontained or large contained disc herniations.* Neurosurgery, 2005. **57**(4 Suppl): p. 357-60; discussion 357-60.

10. Mixter, W.J. and J.S. Barr, *Rupture of intervertebral disc with involvement of the spinal canal.* N Engl J Med., 1934. **211**: p. 210-5.

11. Yasargil, M.G., *Microsurgical operation for herniated disc, in: Wullenweber R, Brock M, Hamer J, Klinger M, Spoerri O, editors.* Advances in Neurosurgery. Berlin: Springer-Verlag, 1977: p. p. 81.

12. Caspar, W., *A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical*

*approach, in: Wullenweber R, Brock M, Hamer J, Klinger M, Spoerri O, editors.* Advances in Neurosurgery. Berlin: Springer-Verlag, 1977: p. pp. 74–7.

13. Williams, R.W., *Microlumbar discectomy: A conservative approach to the virgin herniated lumbar disc.* Spine, 1978. **3**: p. 175-182.

14. Schreiber, A. and Y. Suezawa, *Transdiscoscopic percutaneous nucleotomy in disc herniation.* Orthop Rev, 1986. **15**: p. 35-8.

15. Mayer, H.M. and M. Brock, *Percutaneous endoscopic discectomy:Surgical technique and preliminary results compared to microsurgical discectomy.* J Neurosurg, 1993. **78**: p. 216-25.

16. Foley, K.T. and M.M. Smith, *Microendoscopic discectomy.* Tech Neurosurg., 1997. **3**: p. 301-7.

17. RON, R.I. and D.A. CARLOS, *Lumbar microdiscectomy and microendoscopic discectomy.* Minimally Invasive Therapy, 2006. **15**(5): p. 267-270.

18. Wu, X., et al., *Microendoscopic Discectomy for Lumbar Disc Herniation:Surgical Technique and Outcome in 873 Consecutive Cases.* SPINE, 2006. **31**(23): p. 2689-2694.

19. Jin, K.M., et al., *Targeted percutaneous transforaminal endoscopic diskectomy in 295 patients: comparison with results of microscopic diskectomy.* Surgical Neurology, 2007. **68**: p. 623- 631.

20. Orlando, R., F. Asdrubal, and A. Osmar, *Comparison of Open Discectomy With Microendoscopic Discectomy in Lumbar Disc Herniations : Results of A Randomized Controlled Trial.* Neurosurgery 2007. **61**: p. 545-549.

21. Sebastian, R., et al., *Full-Endoscopic Interlaminar and Transforaminal Lumbar Discectomy Versus Conventional Microsurgical Technique*

*A Prospective, Randomized, Controlled Study.* SPINE, 2008 **33**(9): p. 931-939.

22. Kotryna, V., S. Bronius, and A.V. Kazys, *Clinical outcomes of patients with lumbar disc herniation, selected for one-level open-discectomy and microdiscectomy.* Eur Spine J 2010 **19**: p. 1450-1458.

23. Fager, C.A. and S.R. Freidberg, *Analysis of failures and poor results of lumbar spine surgery.* Spine (Phila Pa 1976), 1980. **5**(1): p. 87-94.

24. Davis, R.A., *A long-term outcome analysis of 984 surgically treated herniated lumbar discs.* J Neurosurg, 1994. **80**(3): p. 415-21.

25. Osterman, H., et al., *Effectiveness of microdiscectomy for lumbar disc herniation: a randomized controlled trial with 2 years of follow-up.* Spine (Phila Pa 1976), 2006. **31**(21): p. 2409-14.

26. Atlas, S.J., et al., *Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study.* Spine (Phila Pa 1976), 2005. **30**(8): p. 936-43.